



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 31 207 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 29 C 45/54
B 29 C 45/00
B 29 C 45/52

②1 Aktenzeichen: P 43 31 207.1
②2 Anmeldetag: 10. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 16. 3. 95

DE 43 31 207 A 1

⑦1 Anmelder:
Henniges Elastomer- und Kunststofftechnik GmbH &
Co KG, 31547 Rehburg-Loccum, DE

⑦4 Vertreter:
Christiansen, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 14195 Berlin

⑦2 Erfinder:
Saul, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 22605 Hamburg, DE;
Kretzschmar, Gernot, Dr.-Ing., 31515 Wunstorf, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Plastifizieren und Spritzgießen

⑤7 Verfahren zum taktweisen Spritzgießen von Formteilen mittels einer Vorrichtung zum Erzeugen von Spritzgießformteilen aus Formmasse, bestehend aus einem Schneckenzyylinder mit einer Förderschnecke zum Plastifizieren der Formmasse, einer Einspritzvorrichtung mit Einspritzzylinder und einem Einspritzkolben zum Überführen der plastifizierten Formmasse in eine Form, in der die Formmasse dann polymerisiert bzw. vernetzt, wobei das Plastifizieren der Formmasse für den Einspritzvorgang des jeweils nachfolgenden Arbeitstakts unter Überführung in ein erstes Aufnahmevolumen bereits beginnt, während der Einspritzvorgang der Formmasse des vorangehenden Arbeitstakts aus einem zweiten Aufnahmevolumen heraus in die Form noch andauert, und entweder die beiden Aufnahmevolumina in aufeinanderfolgenden Arbeitstakten beim Plastifizieren abwechselnd befüllt und in die Form entleert werden oder während des Arbeitstakts ein Überführen der Formmasse vom ersten Aufnahmevolumen in das zweite Volumen innerhalb eines Zeitraums erfolgt, der kurz ist im Vergleich zur Dauer des gesamten Arbeitstakts.

DE 43 31 207 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 081/404

17/29

Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Spritzgießverfahren werden zur Herstellung unterschiedlichster Formteile aus plastischen Formmassen eingesetzt.

Bei Spritzgußmaschinen sind verschiedene Ausführungen von Spritzeinheiten bekannt, von denen die Maschinen mit einer kombinierten Schnecken- und Kolbeneinspritzeinheit zum Plastifizieren meist Vorteile im Vergleich zu den früher üblichen Anordnungen mit entweder Schnecken- oder Kolbeneinspritzeinheit bieten. Als Formmassen kommen dabei sowohl Kunststoffe als auch Elastomere und Duropaste in Betracht.

Bei bekannten Spritzgießverfahren findet das Plastifizieren des Rohmaterials für den nachfolgenden Arbeitstakt jeweils nach dem Einspritzvorgang des vorangehenden Arbeitstaktes statt. Bei der Auslegung der Spritzgießmaschine wird durch die Auswahl eines entsprechend leistungsfähigen Plastifizieraggregates versucht, den Plastifizierungsvorgang innerhalb der zum Vernetzen der Formteile notwendigen Heizzeit zu beenden. Mit höheren Taktgeschwindigkeiten und kürzeren Vernetzungs- bzw. Polymerisationszeiten werden die Anforderungen an die Plastifiziereinheit immer größer und führen zu technisch aufwendigen Aggregaten, bei denen die Vergrößerung des konstruktiven Aufwand den damit zu erzielenden Zeitvorteil überwiegt.

Aus der DE-30 14 072 A1 ist eine Einspritzeinheit bekannt, die insbesondere für Formkörper mit geschäumtem Kern und kompakter Außenhaut einsetzbar ist. Hier wird das in der Schneckeneinheit plastifizierte Material zunächst in den Speicherzylinder gedrückt und nach dem Umschalten eines U-förmigen Verbindungskanals aus dem Speicherzylinder unter hohem Druck in die Spritzform überführt. Hierbei ist dieser Verbindungskanal so ausgebildet, daß jeweils beim nächsten Spritzvorgang anfangs frisches ungeschäumtes Material aus dem vorderen Bereich des Speicherzylinders in die Spritzform gelangt und erst am Ende des Hubs der komprimierte Schaum, der sich unmittelbar vor dem Spritzgießkolben befindet. Dadurch wird vermieden, daß geschäumtes Material bereits beim Beginn des Spritzvorganges in die Spritzform und damit auch an die Oberfläche des Formteils gelangt, so daß sich poren- und schlierenfreie Oberflächen des Formteils erzeugen lassen.

Ferner ist in der DE-35 36 592 B1 eine Einspritzeinheit von besonders kompakter Bauweise beschrieben, die vorteilhafterweise sehr kurze Strömungswege aufweist. Dadurch wird vermieden, daß das zu verarbeitende Rohmaterial sich durch lange Verweilzeiten in geheizten Einspritzbereichen hinsichtlich seiner Qualität verändert oder aber durch Abkühlung verfestigt, wenn nicht zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden. Diese Anordnung ist lediglich für die Herstellung kleiner Präzisionsteile einsetzbar.

Ferner ist in der DE-35 01 846 A1 eine Vorrichtung zum Regeln des Spritzvorganges beschrieben, in der der geschmolzene Kunststoff in die Spritzform unter einem präzise geregelten Druck eingefüllt wird. Hierzu wird eine sehr hohe Füllgeschwindigkeit gewählt, um ein langsames Wachsen der Spritzhaut zu erreichen, so daß sich unter anderem eine höhere Dimensionsstabilität erreichen läßt. Anschließend wird der äußere Druck sehr schnell entfernt, um die Kompression der Formmasse durch das Entspannen des im Formteil akkumu-

lierten Druckes zu kompensieren. Der konstante Halte-
druck wird solange angelegt, bis das Vergießen des Angusses beendet ist, während der Innendruck in der Spritzform entweicht.

Aus der DD-2 46 078 ist ebenfalls ein Verfahren zur Regelung des Spritzvorganges bekannt, bei dem eine Umschaltung von einer hohen Füllgeschwindigkeit auf eine geringere Fördergeschwindigkeit zum Nachdrücken erfolgt und der während des Füllvorganges auftretende Druck gemessen und zusammen mit der Füllzeit als Vergleichsgröße für die Regelung des Spritzvorganges verwendet wird.

Weiterhin ist aus der DD-2 62 620 ein Verfahren zur Verringerung der Zykluszeit bei der Herstellung von Formteilen aus Duromeren und Elastomeren bekannt. Dieses Verfahren ist insbesondere für das Spritzgießen dickwandiger Formteile anwendbar durch Berücksichtigung der Weiterreaktion während der Vernetzung der polymeren Formmasse nach der Entformung des Formteils.

Schließlich ist in der EP-0 287 001 A1 eine Vorrichtung zum Spritzgießen beschrieben, die durch eine kegelförmige Ausführung des Spritzkolbenkopfes des Einspritzzylinders das Verschließen des Spritzkopfes ermöglicht, so daß leicht flüssige Formmassen ohne die üblicherweise auftretenden Probleme mit den meistverwendeten Verschußmechanismen (beispielsweise zurückbleiben von Formmasseresten) verarbeitet werden können.

Alle bisher genannten Konstruktionen weisen den Nachteil auf, daß eine wesentliche Verkürzung der Zykluszeit bei der taktweisen Herstellung von Spritzgießteilen nicht möglich ist. Dies ist insofern nachteilig, als die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren insbesondere von der Produktivität des Einspritzprozesses und damit vor allem von der Zeit, die für die Herstellung eines Spritzgußteils oder eines Spritzgußteilsatzes bei der Herstellung von Mehrfachnutzen benötigt wird, abhängt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung die Taktgeschwindigkeit ohne Vergrößerung der Leistungsfähigkeit der Plastifizierungsvorrichtung heraufzusetzen. Außerdem wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung schließt die Erkenntnis ein, daß es zur optimalen Ausnutzung des Plastifizierungswerkzeugs günstig ist, wenn dieses auch während des Spritzvorganges bereits einen Volumenvorrat von plastifizierter Formmasse erzeugt und für den nächsten Spritzvorgang des folgenden Arbeitstakts vorrätig hält.

Je nach Art der Befüllung und des Entleerens eines Vorratsvolumens kann dabei das Last-in-first-out (LI-FO) oder das First-in-first-out (FIFO) Prinzip zur Anwendung kommen. Im erstgenannten Fall kann damit — bei entsprechender Bemessung der Verweilzeiten — erreicht werden, daß die Zeit, welches ein plastifiziertes Volumenelement bis zum Erreichen der endgültigen Position in der Form benötigt wird, im wesentlichen konstant ist, so daß eventuelle Vernetzungs- oder Alterungsvorgänge, die bereits auf dem Weg in die Form eintreten, gleich weit fortgeschritten sind. Bei dem FI-FO-Prinzip ist diese Bedingung erfüllt und es bieten sich Vorteile, wenn die Zeit für den Einspritzvorgang selbst recht kurz gehalten ist, so daß sich hierbei keine wesentlichen zu kompensierenden Verzögerungen ergeben.

LIFO- und FIFO-Prinzip unterscheiden sich in erster Linie durch die Befüllung des Spritzzylinders, welche bei LTFO von der Austrittsseite bei Spritzen, bei FIFO hingegen von der Kolbenseite her erfolgt.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung kommt insbesondere dann zur Geltung, wenn die erforderliche Zeit für die Zuführung von Rohmaterial aus der Schnecke in die Einspritzeinheit und die Plastifizierzeit in wesentlichem Maße taktzeitbestimmend sind und ferner die Einspritzzeit in die Spritzform dieselbe Größenordnung aufweist wie die sich anschließende Heizzeit zum Vernetzen bzw. die sich gegebenenfalls anschließende Abkühlphase in der Spritzform.

Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, daß die Einspritz- und Plastifizierphase beim Spritzgießen zusammen wesentlich abgekürzt werden.

Die Erfindung umfaßt dabei ein Verfahren zum zeitkoppelten Plastifizieren und Einspritzen beim Spritzgießen von polymeren Formmassen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, wobei durch das Plastifizieren auch während Einspritzens eine maximale Plastifizierzeit auch während fast der gesamten Zeitdauer des Vernetzens zur Verfügung steht.

Als Formmassen kommen sowohl Kunststoffe als auch Elastomere und Duroplaste in Betracht.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ferner durch optimale Vorwärmung der ins Formnest eingespritzten Masse die im Formnest notwendige Heizzeit zusätzlich wesentlich verkürzt werden.

Gleichzeitig besteht dabei die Möglichkeit, die Einspritzzeit den Erfordernissen des Materials weitgehend anzupassen und zu verlängern, da einerseits zur Erzielung wirtschaftlicher Zykluszeiten keine Temperaturerhöhung durch Dissipation in engen Anschnitten erfolgen muß und andererseits die Gefahr des Anvernetzens der Formmasse bei langsamem Strömen im heißen Formnest durch gezieltes Aufheizen abhängig vom Restfließweg ausgeschaltet wird. Hierbei ist es besonders wichtig, daß während der sich aufgrund der verkürzten Vernetzungszeiten insgesamt verringerten Taktzeit nicht nur der für die Plastifizierung zur Verfügung stehende Zeitraum vergrößert wird, sondern auch der Einspritzvorgang im Hinblick auf den Durchsatz an Formmasse variiert werden kann, ohne daß eine Verlängerung der Einspritzzeit zu einer wesentlichen Verlängerung der gesamten Taktzeit führt, wobei während des Einspritzens in jedem Fall der Plastifiziervorgang fortgesetzt werden kann.

Beim herkömmlichen Spritzgießverfahren fand demgegenüber nur nach dem Einspritzvorgang das Plastifizieren der Formmasse statt. Bei der Auslegung der Spritzgießmaschine wird durch die Auswahl eines entsprechend leistungsfähigen Plastifizieraggregates dafür gesorgt, daß der Plastifiziervorgang innerhalb der zum Vernetzen der Formteile notwendigen Heizzeit beendbar ist. Entsprechend werden die Prozeßparameter in der Produktion gewählt. Im allgemeinen ist der Plastifiziervorgang deutlich vor Ablauf der Heizzeit beendet.

Beim sogenannten Scherkopfspritzgießen ist es dagegen notwendig, diese Auslegungskriterien zu ändern, weil nicht mehr ausreichend Heizzeit zur weitgehend freien Wahl der Plastizierparameter zur Verfügung steht. Unter diesen Voraussetzungen wird die Plastifizierzeit zusammen mit der vorher erfolgten Einspritzphase zu einem zykluszeitbestimmenden und damit die Wirtschaftlichkeit des Spritzgießprozesses beeinflus-

senden Faktor. Damit erweist es sich als günstig, die Phase des Einspritzens unter Vorwärmung der Formmasse auf Kosten der Vernetzungszeit zu verlängern, wobei durch das parallel Einspritzen erfolgende Plastifizieren für den letztgenannten Vorgang ausreichend Zeit zur Verfügung steht und insgesamt sogar mit einem Zeitgewinn gerechnet werden kann.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung läßt sich die Dosiergenauigkeit beim Einspritzen in die Spritzform auch bei großen plastifizierten Volumina erhöhen, was dadurch erreicht wird, daß unterschiedliche Einspritzzylindergrößen verwendet werden. Durch das geringere Dosiervolumen und die entsprechende Feinregulierung des Dosiervolumens ist eine bessere Druckkonstanz am Zylinderausgang möglich.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der vollständige Verzicht auf jegliche Rückschlagventile in der Einspritzeinheit auch bei der Verarbeitung relativ leichtflüssiger Formmassen, bei deren Spritzguß mit herkömmlichen Spritzgießmaschinen nicht ohne Verschlußmechanismen gearbeitet werden kann. Dadurch wird vermieden, daß Totwassergebiete entstehen, die erfahrungsgemäß zu Problemen in der Betriebsweise führen können.

Darüber hinaus besteht — wie zuvor erwähnt — in einer anderen Ausführungsform der Vorteil, daß das zuerst aus der Zuführungsschnecke austretende Rohmaterial auch zuerst in die Spritzform injiziert wird (FI-FO: First in first out). In diesem Fall ist die mittlere Verweilzeit aller Volumenelemente der Formmasse in der Einspritzeinheit gleich, so daß eine effiziente Optimierung der Heizleistung zur Plastifizierung erfolgen kann. Damit wird vermieden, daß einzelne Bereiche noch nicht vollständig plastifiziert sind und andere Teile der Formmasse durch Überhitzung oder zu lange thermische Belastung, beispielsweise durch thermischen Abbau, in der Qualität eingeschränkt werden.

Zur Realisierung der genannten Vorteile dienen die Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß den kennzeichnenden Teilen der entsprechenden Vorrichtungsansprüche, mit denen es möglich ist, bereits während der gesamten Einspritzphase in die Spritzform und der sich anschließenden Vernetzungs- und Abkühlungsphase Rohmaterial für den nächsten Einspritzvorgang zu plastifizieren.

In einer ersten Ausführungsform sind mindestens zwei Einspritzzylinder vorgesehen, die mit dem Zuführungsschneckenzyylinder auf der einen Seite und mit dem Einspritzkanal zur Spritzform auf der anderen Seite über ein Mehr-Wege-Ventil verbunden sind, so daß beispielsweise im Falle von zwei Einspritzzylindern entweder der Schneckenzyylinder mit dem ersten Einspritzzylinder und der zweite Einspritzzylinder mit dem Einspritzkanal oder der Schneckenzyylinder mit dem zweiten Einspritzzylinder und der erste Einspritzzylinder mit dem Einspritzkanal verbunden sind.

Bei einer vorteilhaften Variante werden in dieser Ausführungsform zwei unterschiedliche große Einspritzzylinder verwendet. Der größere dient zur Plastifizierung und Einspritzung des größeren Anteils der Formmasse in die Spritzform und der kleinere zur Restbefüllung der Spritzform und zum Nachdrücken zur Erzeugung eines hohen Druckes in der Spritzform, um eine Kompensation der Schrumpfung der Formmasse beim Abkühlen zu erreichen.

In der ersten Vorrichtungsvariante wird die genannte Anordnung benutzt, um in einem ersten Arbeitszyklus

den ersten Einspritzzylinder mit Rohmaterial aus dem Schneckenzyylinder zu füllen und anschließend das darin befindliche Rohmaterial zu plastifizieren. Gleichzeitig wird aus dem zweiten Einspritzzylinder das bereits plastifizierte Material über den Einspritzkanal in die Spritzform eingespritzt. Für den zweiten Arbeitszyklus wird das Ventil umgeschaltet. In dieser Phase wird der entleerte zweite Einspritzzylinder über die Zuführungsschnecke wieder mit neuem polymerem Rohmaterial gefüllt, das anschließend in diesem Einspritzzylinder durch Beheizung plastifiziert wird, während gleichzeitig die plastifizierte Formmasse aus dem ersten Einspritzzylinder über den Einspritzkanal in die Spritzform eingespritzt wird.

Bei einer zweiten Vorrichtungsvariante, die vorzugsweise unterschiedlich große Einspritzzylinder aufweist, wird der Einspritzvorgang für ein Formteil in zwei Einspritzphasen unterteilt, in deren erster Phase die plastifizierte Formmasse aus dem größeren der beiden Einspritzzylinder in die Spritzform injiziert wird. Währenddessen wird bereits der kleinere Einspritzzylinder über die Zuführungsschnecke mit neuem polymerem Rohmaterial befüllt, das anschließend durch Beheizung in diesem Einspritzzylinder plastifiziert wird.

Bei nahezu vollständiger Füllung der Spritzform wird das Ventil schnell umgeschaltet und unmittelbar danach die restliche Menge der plastifizierten Formmasse aus dem kleineren Einspritzzylinder über den Einspritzkanal in die Spritzform entleert. Durch Anwendung eines hohen Drucks wird Formmasse in die Spritzform nachgedrückt. Währenddessen wird der größere Einspritzzylinder über die Zuführungsschnecke mit neuem polymerem Rohmaterial befüllt, das anschließend durch Beheizung plastifiziert wird. Diese zweite Phase dient unter anderem dazu, den für das Nachdrücken, das heißt den für die vollständige Befüllung der Spritzform erforderlichen Druck, aufzubauen.

In der zweiten Ausführungsform wird die gesamte Einspritzeinheit in einer sehr kompakten Konstruktion ausgeführt. Hierzu ist die Zuführungsschnecke in einem Speicherzylinder angeordnet, der gleichzeitig als Plastifizierzylinder dient. Dieser Zylinder ist wiederum in einem zweiten Einspritzzylinder axial beweglich geführt. Zwischen beiden Zylindern ist ein Rückschlagventil angebracht. Der Einspritzkanal zur Spritzform befindet sich in diesem Fall an der Bodenfläche des zweiten Zylinders.

In einer besonderen Variante dieser Ausführungsform wird der Einspritzkanal zur Spritzform nicht an der Bodenfläche des Einspritzzylinders angebracht, sondern ist in dessen Wand als Nut eingelassen, die in eine Bohrung in seiner seitlichen Wand einmündet.

In allen Varianten kann der Einspritzvorgang vorzugsweise durch eine Druck- oder Massenflußregelung überwacht und gesteuert werden, um konstante und reproduzierbare Spritzbedingungen zu erreichen.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Einspritzeinheit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine Darstellung eines Details der Vorrichtung entsprechend Fig. 1,

Fig. 3a und b schematische Seitenansicht einer weiteren Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsge-

mäßen Verfahrens in zwei verschiedenen Arbeitspositionen, sowie

Fig. 4 und 5 schematische Seitenansichten von Varianten der Vorrichtung gemäß Fig. 3.

Bei den nachfolgend dargestellten Prinzipdarstellungen der Ausführungen gemäß der Erfindung sind lediglich die Funktionselemente schematisch wiedergegeben. Es ist ersichtlich, daß die mechanische Ansteuerung durch geeignete Aktivatoren nach den genannten Bedingungen durch geeignete prozessorgestützte Steuerungseinrichtungen erfolgen kann.

Bei der in Fig. 1 gezeigten schematischen Seitenansicht einer Einspritzeinheit mit einer Schneckeneinheit sind zwei im wesentlichen gleich große Plastifizier- und Einspritzzylinder mit einem Zwei-Wege-Ventil vorgesehen. Diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung arbeitet nach dabei dem LIFO-(Last in first out)-Prinzip.

Wesentliches bei dieser Ausführungsform ist die Verwendung von mindestens zwei Einspritzzylindern 2 und 4 mit Einspritzkolben 1 und 3, die mit dem Zuführungsschneckenzyylinder 5, in dem die Zuführungsschnecke 6 geführt wird, auf der einen Seite und mit dem Spritzkanal 8 mit einer von diesem passierter Erwärmungsvorrichtung 9 mit einem rotierenden Scherkopf 9a. An den Scherkopf schließt in Fortsetzung des Spritzkanals die nicht dargestellte Spritzform 10 an. Die Baugruppen sind über ein in Fig. 2 näher dargestelltes Zwei-Wege-Ventil 7 derart zusammengeschaltet, daß entweder der Schneckenzyylinder mit dem Einspritzzylinder 1 und der Einspritzzylinder 3 mit dem Einspritzkanal verbunden sind oder aber der Schneckenzyylinder mit dem Einspritzzylinder 3 und der Einspritzzylinder 1 mit dem Einspritzkanal.

Zur Herstellung dieser Verbindungen wird das in der Fig. 2 im Detail gezeigte Ventil verwendet, wobei ersichtlich ist, daß durch Rotation des schraffierten, um die gewählte Rotationsachse zylindrischen Körpers um 180° jeweils unterschiedliche Paare jeweils einer Ecke benachbarter Zu- bzw. Abflußöffnungen miteinander verbindbar sind.

Für den Betrieb dieser Anordnung wird vernetzbare Formmasse zunächst durch die Zuführungsschnecke aus dem Schneckenzyylinder über das Ventil in den Einspritzzylinder 1 überführt und dort plastifiziert. Während dieser Phase wird gleichzeitig bereits vorher plastifizierte Formmasse aus dem Einspritzzylinder 3 über das Ventil und den Einspritzkanal in die Spritzform eingespritzt.

Nach Abschluß des Einspritzvorganges und dem Vernetzen der Formmasse in der Spritzform wird das Formteil aus der Spritzform entfernt und das Ventil für den Beginn eines neuen Zuführungsvorgangs in die andere Stellung gebracht. Anschließend wird polymeres Rohmaterial aus dem Schneckenzyylinder über das Ventil in den Einspritzzylinder 3 überführt und dort plastifiziert. Währenddessen wird die bereits zwischenzeitlich im Einspritzzylinder 1 vorhandene plastifizierte Formmasse über das Ventil und den Einspritzkanal in die Spritzform eingespritzt. Dabei können geeignete Druckprofile gefahren werden.

In einer anderen — nicht zeichnerisch dargestellten — Ausführungsform werden unterschiedlich große Einspritzzylinder 1 und 3 verwendet. In diesem Fall wird der gesamte Einspritzvorgang in zwei unterschiedliche Druckphasen unterteilt. In der ersten Phase wird das noch nicht plastifizierte Rohmaterial aus dem Schneckenzyylinder über das Ventil zunächst in den größeren

Einspritzzylinder 1, überführt. Gleichzeitig wird der Einspritzvorgang für das in der vorhergehenden Einspritzphase herzustellende Formteil durch Injektion der Restmenge der plastifizierten Formmasse aus dem kleineren Einspritzzylinder 3, über den Einspritzkanal in die Spritzform überführt. Hierzu wird ein niedrigerer Druck für die vollständige Befüllung und Kompensation der beim Abkühlen des Formteils auftretenden Schrumpfung auf die Formmasse ausgeübt, was als sogenanntes "Nachdrücken" bezeichnet wird. Die unterschiedlichen Druckphasen bei nacheinander betätigten Kolben unterschiedlicher Größe wird ermöglichen eine genauere materialangepaßte Druck- und Mengendosierung.

Anschließend wird das Formteil entformt und das Ventil kurzfristig in seine andere Durchlaßposition umgeschaltet und danach in der zweiten Phase die plastifizierte Formmasse für das nächste Formteil durch Injektion aus dem größeren Einspritzzylinder 1 über das Ventil und den Einspritzkanal in die Spritzform eingespritzt. Währenddessen wird der kleinere Einspritzzylinder 3 aus dem Schneckenzyylinder über das Ventil mit polymerem Rohmaterial befüllt, wo anschließend das Rohmaterial durch Beheizung plastifiziert wird.

Mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen lassen sich besonders kurze Zykluszeiten und damit eine hohe Produktivität des Spritzgießverfahrens erreichen, da das polymere Rohmaterial kontinuierlich plastifiziert wird. Bereits während der vorangegangenen Einspritzphase in die Spritzform aus dem einen Einspritzzylinder kann neues Rohmaterial über die Zuführungsschnecke in den anderen Einspritzzylinder injiziert werden, so daß der Spritzvorgang für die Herstellung der nächsten Formteile auch bei extrem kurzen Heiz- und Abkühlzeiten bereits unmittelbar nach dem Entformen der im vorangegangenen Einspritzzyklus hergestellten Formteile erfolgen kann und keine zusätzliche Bearbeitungszeit für den Plastifizierungsvorgang erforderlich ist.

Bei einer weiteren, nicht zeichnerisch dargestellten, Ausführungsvariante sind in der einen Stellung des Ventils 7 die Plastifiziereinheit 5 und der Kolben 1 einerseits und der Zylinder 3 und der Einspritzweg (über die Vorwärmeinheit 9) andererseits verbunden. Während die plastifizierte Formmasse in den das erste Volumen bildende Innere des Zylinders 1 nach Art eines Zwischenspeichers überführt wird, dient der Zylinder 4 mit seinem darin geführten Kolben als Einspritzeinheit, so daß Einspritzen und Plastifizieren zeitlich parallel erfolgen. In einem weiteren Teilarbeitstakt werden dann durch Umstellung des Ventils 7 in dessen zweiter Position unter Absperrung der übrigen Wege die Zylinder 1 und 3 untereinander verbunden, so daß zwischen zwei Spritzvorgängen während der Ausheizzeit unter lediglich kurzfristiger Unterbrechung des Plastifizierungsvorgangs ein Überführen der gespeicherten plastifizierten Formmasse aus dem "Speicherzylinder" in den "Einspritzzylinder" 3 erfolgen kann.

Bei dem in den Fig. 3 und 3a in schematischen Schnittdarstellungen wiedergegebenen weiteren Ausführungsbeispiel einer Einspritzeinheit mit einer in dem Speicherzylinder vorgesehenen Zylinder zur Zwischenspeicherung des während des Einspritzvorgangs plastifizierten Materials, bildet das Innere des Kolbens selbst den Einspritzzylinder. Die Austrittsöffnung zur Spritzform ist in der Bodenfläche des Einspritzzylinders vorgesehen und schließt wieder an die Ventileinheit 7 an. (Diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung

arbeitet nach dem FIFO-[First in first out] Prinzip.) Das Spritzen der plastifizierten Formmasse erfolgt während der in Fig. 3 dargestellten Phase durch eine mittels des Ventils 7 hergestellten Verbindungswegs (Pfeil A) zwischen dem Kolben 3' und der der Form vorgeschalteten Heizvorrichtung 9. Währenddessen arbeitet die Plastifizierschnecke 10 weiter und füllt einen an ihrer Stirnfläche befindlichen Hohlraum an, während sich die Schnecke 10 mit zunehmender Füllung des Raums durch in Pfeilrichtung C hinzutretende Formmasse in entgegengesetzter Richtung (Pfeil B) entfernt.

Schließlich wird nach Beendigung des Spritzvorgangs das Ventil 7 in eine solche Position gesetzt, daß die in dem Hohlraum 11a im Zylinder 11 angesammelte plastifizierte Formmasse durch Bewegen der Schnecke 10 in Richtung des Pfeils C' in den Spritzkolben 3' ausgestoßen wird, dessen Kolben 4' sich entsprechend zurückbewegt. Damit kann auch bei dieser Lösung unabhängig vom Spritzvorgang praktisch ununterbrochen plastifiziert werden. Hierbei wird also wieder nach dem LIFO-Prinzip verfahren.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. In diesem Fall sind der Einspritzzylinder und die Plastifiziereinheit in einer kompakten Einheit zusammengefaßt, welche ebenfalls nach dem FIFO-Prinzip arbeitet, so daß die Volumenelemente des plastifizierten Formmaterials im Mittel dieselbe Verweilzeit in der Plastifizier- und Einspritzeinheit haben. Die Zuführungsschnecke 10 ist in einem Speicherzylinder 11 gelagert und fördert Rohmaterial in den Hohlraum 19 vor der Schnecke. Hierbei wird der Speicherzylinder, der gleichfalls als Kolben im Einspritzzylinder 13 ausgebildet ist, derart verschoben, daß er zwischen der durch ein Rückschlagventil 12 verschlossenen Bodenfläche 15 des Speicherzylinders und dem Schneckenkopf einen Hohlraum 19 hinterläßt, der sich während dieses Vorganges mit dem noch nicht plastifizierten Rohmaterial füllt und während dieser Befüllung bereits durch eine entsprechende Heizung plastifiziert wird. Gleichzeitig wird die bereits im Einspritzzylinder befindliche und vorher durch Beheizung plastifizierte Formmasse durch die untere Austrittsöffnung 14 herausgedrückt und gelangt dadurch in die dahinter angeordnete Spritzform.

Im nächsten Arbeitsgang wird die sich im Speicherzylinder befindliche Formmasse durch Verschieben des Speicherzylinders im Einspritzzylinder durch das Rückschlagventil in den Hohlraum 20 im Einspritzzylinder überführt. Ein Zurückströmen von Formmasse über die Schneckenstege wird, falls erforderlich, durch eine geeignete — nicht dargestellte — Rückströmsperre verhindert.

Eine veränderte Ausführungsform dieser Grundkonstruktion, die in Fig. 5 schematisch dargestellt ist, erlaubt den Betrieb nach dem LIFO-Prinzip. Für diesen Fall wird die Austrittsöffnung des Einspritzzylinders nicht wie vorstehend beschrieben an dessen Bodenfläche angebracht, sondern als axiale Nut 17 in der seitlichen Wand des Einspritzzylinders ausgeführt, die zu dem der Bodenfläche 16 gegenüberliegenden Ende des Einspritzzylinders führt und eine Länge aufweist, die größer ist als die maximale Hublänge des Speicherzylinders, so daß sie im Falle der oberen Stellung des Speicherzylinders oberhalb dessen Bodenfläche 15 endet. An dieser Stelle geht die Nut in eine Bohrung 18 in der Seitenwand des Einspritzzylinders über, die eine Verbindung zur nicht dargestellten Spritzform aufweist.

Auch mit den vorstehend beschriebenen Ausfüh-

rungsformen in kompakter Bauweise läßt sich eine deutliche Verringerung der erforderlichen Zykluszeit des Einspritzprozesses erreichen, da im Gegensatz zu den herkömmlichen Verfahren eine kontinuierliche Plastifizierung der Formmasse vorgenommen wird. Während bei den vorbekannten Verfahren während der Einspritzphase in die Spritzform eine Plastifizierung im Einspritzzylinder nicht vorgenommen werden kann, da der Einspritzzylinder während dieser Phase die plastifizierte Formmasse in die Spritzform injiziert, kann mit der erfindungsgemäßen Ausführungsform während der Einspritzphase in die Spritzform und nachfolgenden Vernetzungs- bzw. Abkühlphase bereits die Plastifizierung für den nächsten Einspritzvorgang im Speicherzylinder erfolgen. Diese Vorgehensweise verringert die Zykluszeit ganz erheblich und erhöht damit die Wirtschaftlichkeit der Spritzgießmaschine durch Erhöhung deren Produktivität.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum taktweisen spritzgießen von Formteilen mittels einer Vorrichtung zum Erzeugen von Spritzgießformteilen aus Formmasse, bestehend aus
 - einem Schneckenzyylinder mit einer Förderschnecke zum Plastifizieren der Formmasse,
 - einer Einspritzvorrichtung mit Einspritzzylinder und
 - einem Einspritzkolben zum Überführen der plastifizierten Formmasse in
 - eine Form, in der die Formmasse dann polymerisiert bzw. vernetzt,
 dadurch gekennzeichnet,
 - daß das Plastifizieren der Formmasse für den Einspritzvorgang des jeweils nachfolgenden Arbeitstaktes unter Überführung in ein erstes Aufnahmevolumen bereits beginnt, während der Einspritzvorgang der Formmasse des vorangehenden Arbeitstakts aus einem zweiten Aufnahmevolumen heraus in die Form noch andauert, wobei
 - entweder die beiden Aufnahmevolumina in aufeinanderfolgenden Arbeitstakten beim Plastifizieren abwechselnd befüllt und in die Form entleert werden oder
 - während des Arbeitstakts ein Überführen der Formmasse vom ersten Aufnahmevolumen in das zweite Volumen innerhalb eines Zeitraums erfolgt, der kurz ist im Vergleich zur Dauer des gesamten Arbeitstakts.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Volumen, welche abwechselnd befüllt und in die Form entleert werden, unterschiedliche Größen aufweisen.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzvorgang unter Überlagerung von jeweils zwei Teilarbeitstakten aufeinanderfolgender Arbeitstakte erfolgt, wobei in einem ersten Teilarbeitstakt des folgenden Arbeitstakts die Formmasse aus dem Schneckenzyylinder (5) unter Plastifizierung über mindestens ein in einer ersten Position befindliches Ventil

(7) in einen das erste Volumen aufweisenden ersten Einspritzzylinder überführt wird, während die bereits in einem weiteren, das zweite Volumen aufweisenden zweiten Einspritzzylinder befindliche plastifizierte Formmasse in einem zweiten Teilarbeitstakt des vorangehenden Arbeitstakts über einen weiteren Durchlaß des Ventils und den Einspritzkanal (8) in die Spritzform (9) injiziert wird und

daß anschließend — nach Umstellen des Ventils und Schließen der bisher offenen Durchlässe — die plastifizierte Formmasse aus dem ersten Einspritzzylinder (1) über einen dann offenen und bisher geschlossenen Durchlaß des Ventils und den Einspritzkanal in die Spritzform injiziert und dort anschließend vernetzt und/oder abgekühlt wird, wobei bereits die Formmasse für den nächsten Arbeitstakt aus dem Schneckenzyylinder über einen anderen dann offenen und bisher geschlossenen Durchlaß des Ventils in den zweiten Einspritzzylinder (3) gefördert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß der Einspritzvorgang unter Überlagerung von jeweils zwei Teilarbeitstakten aufeinander folgender Arbeitstakte erfolgt, wobei in einem ersten Teilarbeitstakt des folgenden Arbeitstakts die Formmasse unter Plastifizierung durch die Förderschnecke in einen von den Gewindegängen der Schnecke nicht ausgefüllten in Förderrichtung hinter derselben befindlichen, das erste Volumen bildenden Freiraum des die Schnecke umgebenden Zylinders gelangt, während die bereits in einem weiteren, das zweite Volumen aufweisenden Einspritzzylinder befindliche plastifizierte Formmasse in einem zweiten Teilarbeitstakt des vorangehenden Arbeitstakts über den Einspritzkanal (8) in die Spritzform (9) injiziert wird, wobei ein Durchlaß eines zwischen dem ersten und dem zweiten Volumen angeordneten Ventils geschlossen ist, daß anschließend nach Öffnen des Ventils der Inhalt des das erste Volumen bildenden Freiraums in das zweite Volumen überführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnecke beim Füllen des das erste Volumen bildenden Freiraums — gegebenenfalls in Überlagerung zur Rotation der Schnecke, entgegengesetzt zur Förderrichtung und nach Öffnen des Ventils nach Art eines Kolbens in Förderrichtung geschoben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der das zweite Volumen umschließende und im Bereich seiner Außenfläche seinerseits einen Kolben innerhalb des Einspritzzylinders bildende Zylinder das erste Volumen begrenzt, welches beim Einspritzvorgang während des zweiten Teilarbeitstaktes zum Injizieren der Formmasse in die Form verringert wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumina entweder nach dem Prinzip "Last-in-first-out" oder "First-in-first-out" befüllt und entleert werden, wobei im erstgenannten Fall die Differenz der Verweilzeiten des ersten und des letzten in das Volumen gelangenden Volumenelements an die Differenz der Zeiten bis zum Erreichen der Form zwischen dem letzten in das Volumen eintretenden aber zuerst aus diesem austretenden und dem zu-

erst in dieses eintretenden aber zuletzt austretenden Volumenelement angepaßt ist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Formmasse zur Verkürzung der Vernetzungszeit vor dem Überführen in die Form erwärmt wird, wobei jeder Form jeweils eine Einspritzvorrichtung zugeordnet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung mittels eines Scherkonus erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzgeschwindigkeit der Formmasse in Abhängigkeit von der optimalen Erwärmung der Formmasse in die Form variabel ist.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Einspritzzylinder mit entsprechenden Einspritzkolben vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzzylinder (1) und (3) mit den Einspritzkolben (2) und (4) über ein Ventil (7) sowohl mit dem Schneckenzyylinder (5) als auch mit der Spritzform (9) über den Einspritzkanal (8) verbunden sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in einer der Ventilstellungen den Schneckenzyylinder (5) mit dem Einspritzzylinder (1) und gleichzeitig den Einspritzzylinder (3) mit der Spritzform (9) und in der anderen Ventilstellung den Schneckenzyylinder (5) mit dem Einspritzzylinder (3) und gleichzeitig den Einspritzzylinder (1) mit der Spritzform (9) über den Einspritzkanal (8) verbindet.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzzylinder Volumina aufweisen, die im wesentlichen übereinstimmende Größe aufweisen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß plastifizierte Formmasse zwischen den Einspritzzylindern ausgetauscht wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zuführungsschnecke (10) in einem Speicherzylinder (11) axial beweglich gelagert ist, der Zylinder (11) als Kolben in einem Einspritzzylinder (13) angeordnet ist und sich als Verbindung zwischen dem Hohlraum (19) im Speicherzylinder (11) und dem Hohlraum (20) im Einspritzzylinder (13) eine Öffnung in der Bodenfläche (15) des Speicherzylinders befindet, in der ein Rückschlagventil (12) angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Einspritzzylinder (13) und der Spritzform zum Einspritzen der plastifizierten Formmasse eine Austrittsöffnung (14) in der Bodenfläche (16) des Einspritzzylinders vorgesehen ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindung zwischen dem Einspritzzylinder (13) und der Spritzform zum Einspritzen der plastifizierten Formmasse eine axial angeordnete Nut (17) auf der Innenseite der seitlichen Wand des Einspritzzylinders (13) eingelassen ist, deren eines Ende in Höhe der Bodenfläche (16) des Einspritzzylinders liegt und eine Länge aufweist, die größer ist als die maximale Hublänge des

Speicherzylinders (11), und die an ihrem der Bodenfläche (16) gegenüberliegenden Ende in eine Bohrung (18) in der seitlichen Wand des Einspritzzylinders einmündet, die wiederum in den Einspritzkanal zur Spritzform einmündet.

19. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Regelvorrichtung für den Druck und/oder den Massendurchsatz der Formmasse vorgesehen ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

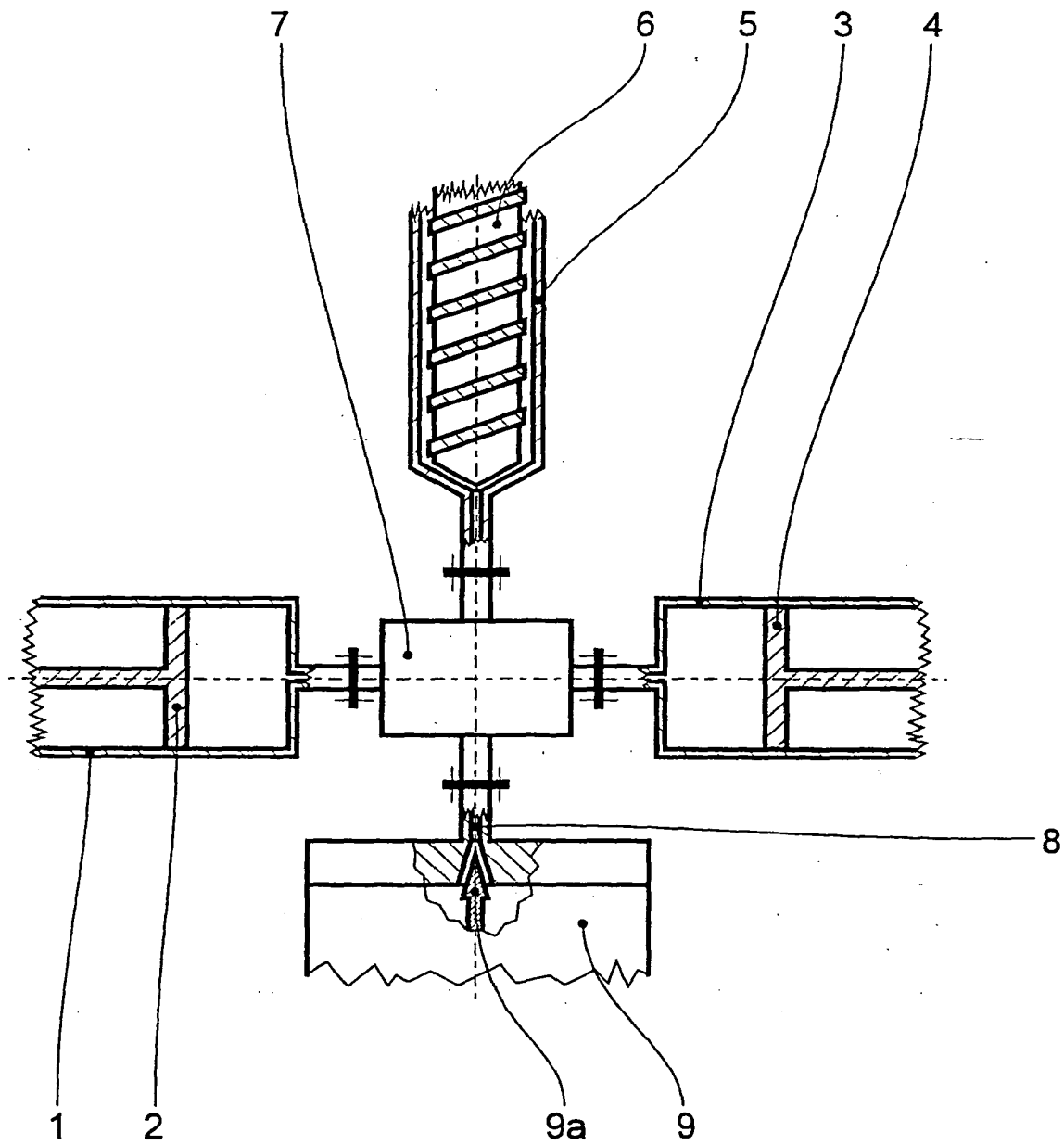


Fig.1

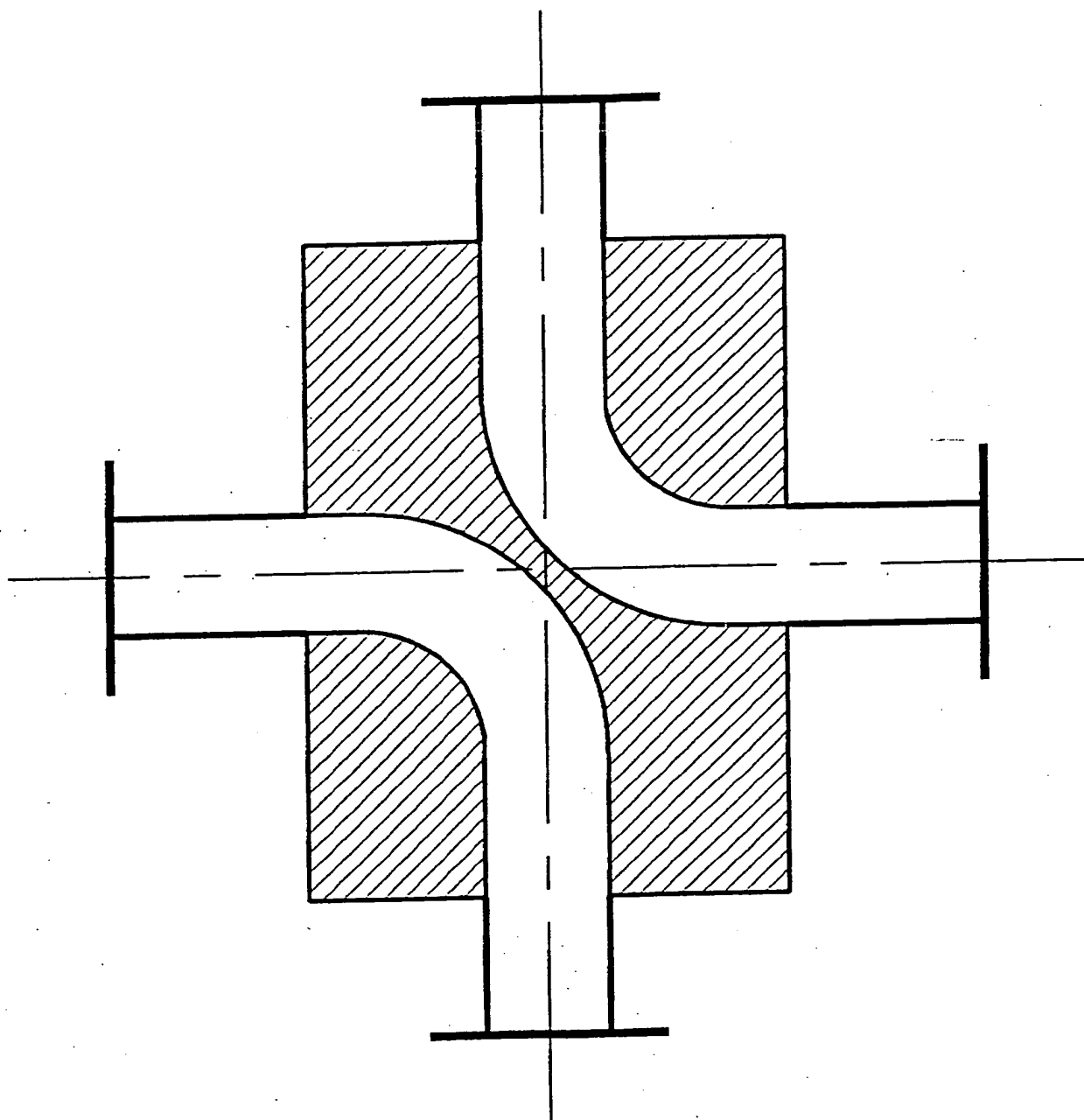


Fig.2

7

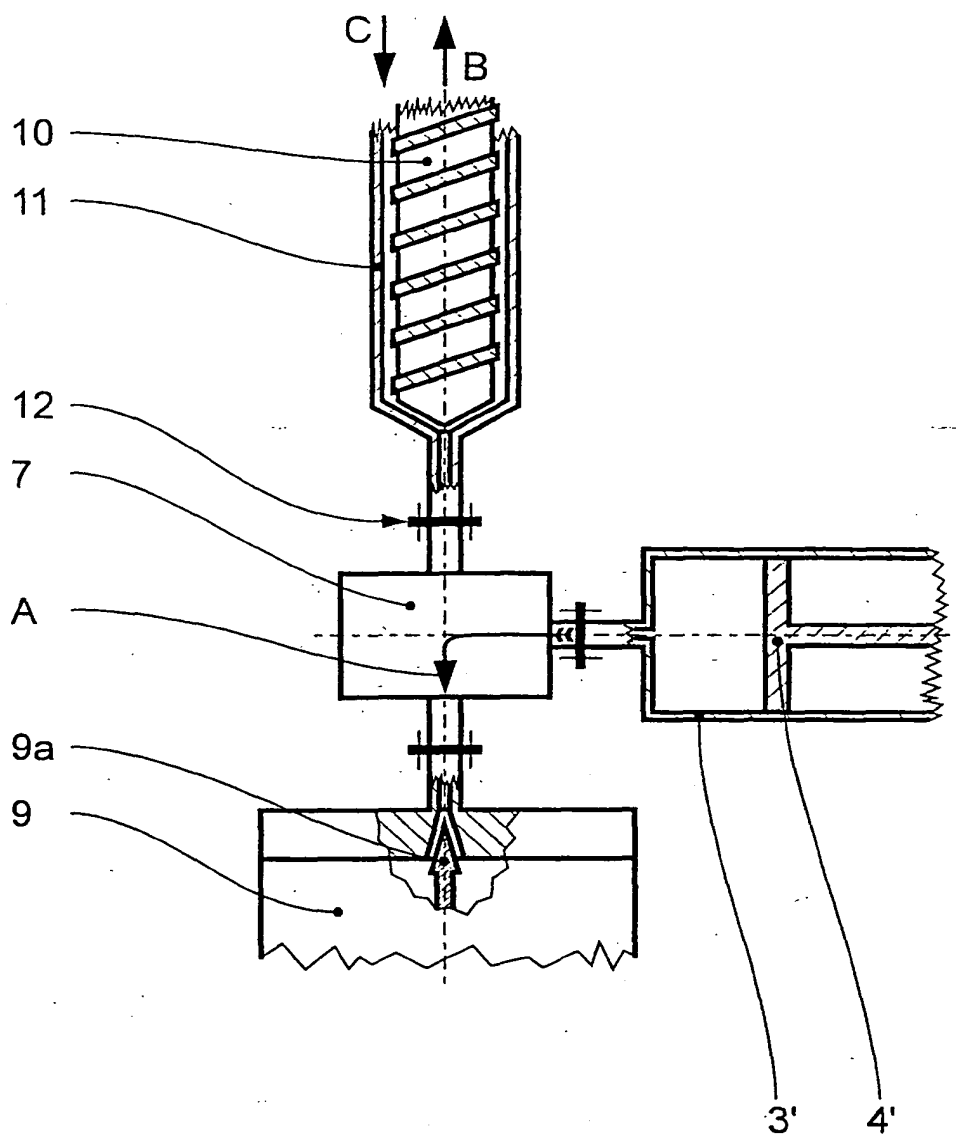


Fig.3a

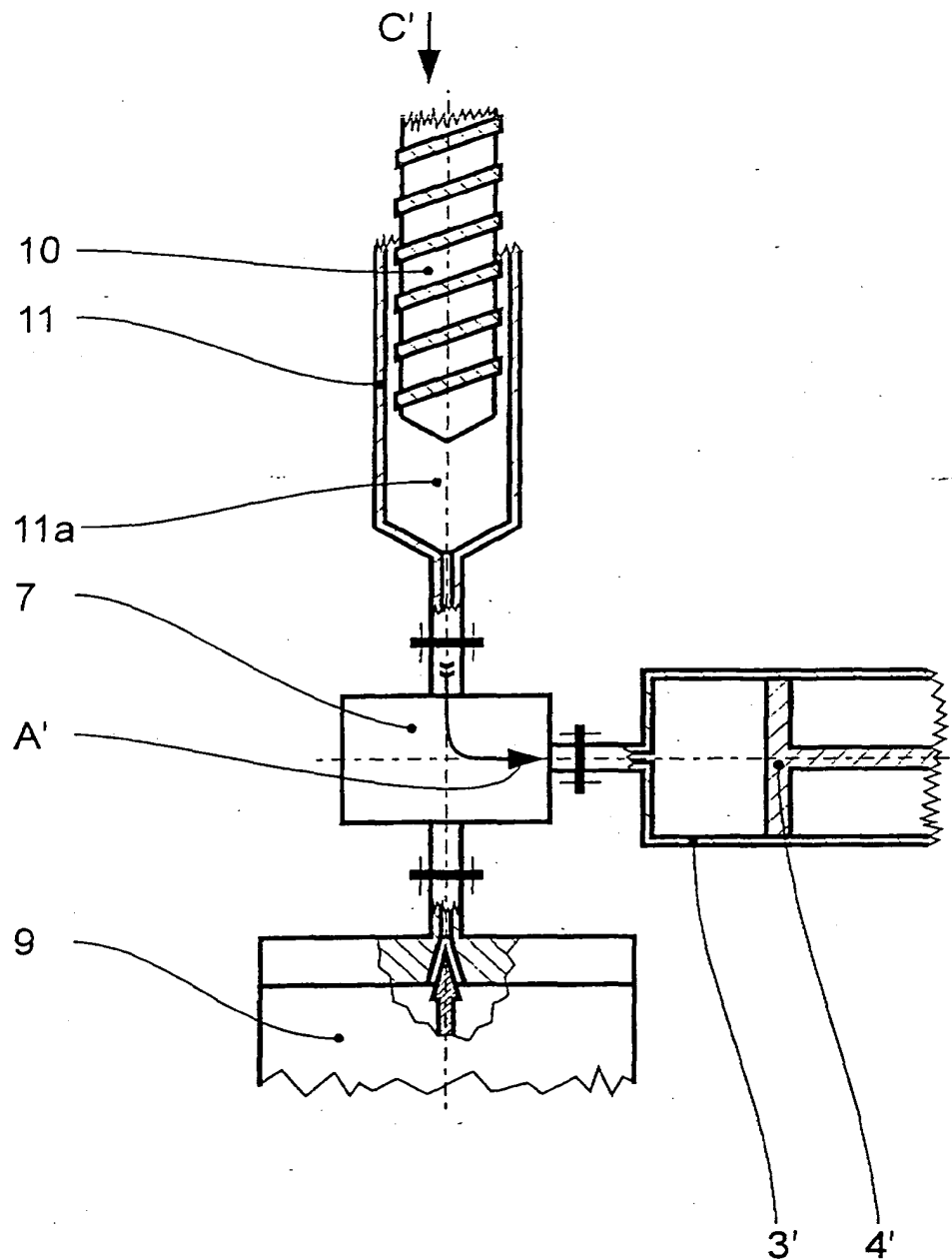


Fig.3b

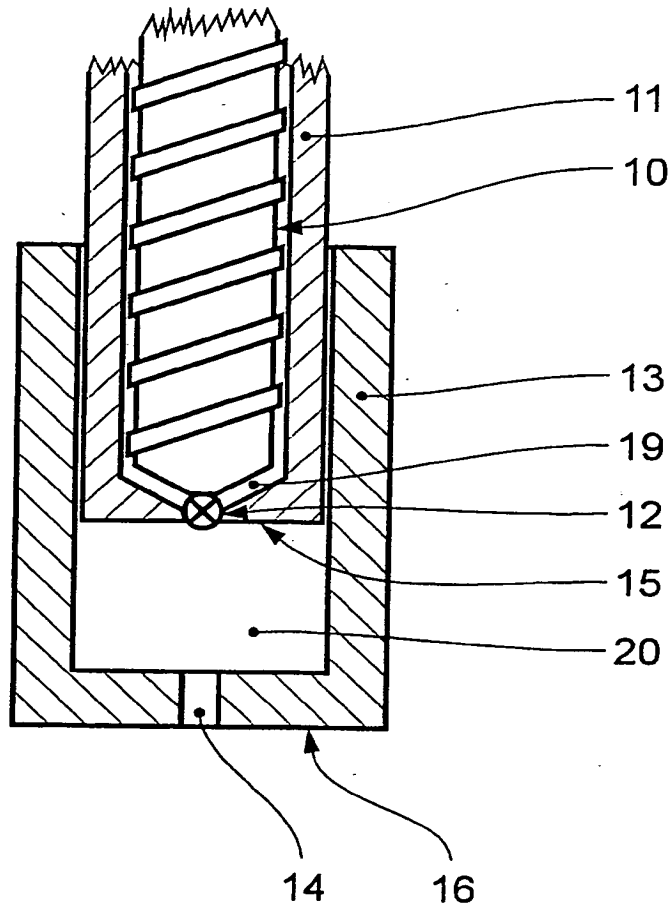


Fig.4

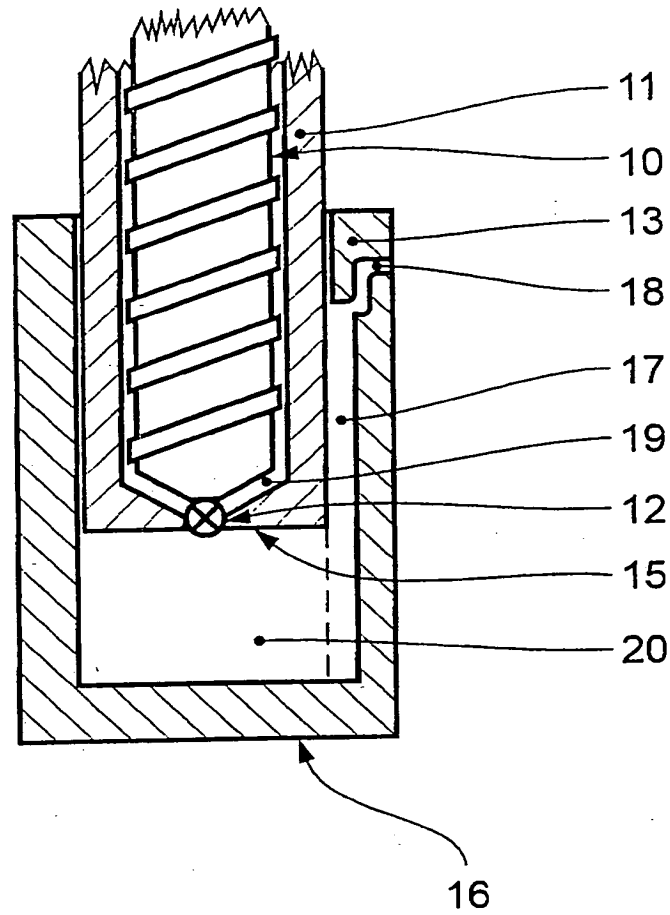


Fig.5